

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra telekomunikační techniky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the
Company

2019

Daniel Demáček

Zadání bakalářské práce

Student:

Daniel Demáček

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2601R013 Telekomunikační technika

Téma:

**Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company**

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ha-vel internet s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta

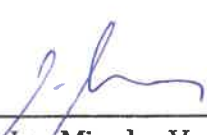
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeňka Chmelíková, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Lukáš Danys**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019


prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa: 29. apríl 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, positioned above a dotted line.

podpis študenta

PodĎakovanie

Rád by som poďakoval všetkým zamestnancom spoločnosti ha-vel internet s.r.o. Menovite Michalovi Skotnicovi za umožnenie vykonávať bakalársku prax v spoločnosti ha-vel internet s.r.o., Lukášovi Danysovi za cenné skúsenosti, ktoré mi počas praxe odovzdal, za pomoc pri vytváraní tejto práce a za čas, ktorý mi bol ochotný venovať aj napriek jeho nabitému programu a samozrejme celému tímu ľudí technického oddelenia spoločnosti, ktorý sa mi vždy snažili pomôcť a spríjemňovali mi čas strávený v spoločnosti.

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zaoberá mojou odbornou praxou v spoločnosti ha-vel internet s.r.o. ako stážistu na technickom oddelení firmy. V prvej časti práce predstavím spoločnosť a čím konkrétne sa zaoberá. Nasleduje opis môjho pracovného zaradenia na technickom oddelení. Ďalej uvádzam problémy s ktorými som sa pri práci stretol a ich individuálne riešenie. V závere práce rozoberám dosiahnuté výsledky a získané zručnosti. Hovorím o znalostiach získaných pri štúdiu a ich využití a nedostatku v praxi.

Kľúčové slová

ha-vel internet, smerovač, mikrovlnný spoj, licencované pásma, Racom, Ceragon, Ericsson

Abstract

This bachelor thesis is talking about my professional practice in the company ha-vel internet in which I worked as intern in technical department. In the beginning I describe company and its focus. Then I am informing about my exact job position. Next I am showing some problems and its individual solutions. In conclusion I think about my practical and theoretical skills acquired during schooling and their use or lack in real practice and my personal benefit from it.

Key words

ha-vel internet, router, microwave radio, licensed bands, Racom, Ceragon, Ericsson

Zoznam použitých skratiek a symbolov

Skratka/Symbol	Význam skratky/symbolu
ACM	Adaptive coding and modulation
BNC	Bayonet Neill-Concelman konektor
CPE	Customer-premises equipment
CRM	Customer relationship management
ČTU	Český telekomunikačný úrad
EPROM	erasable programmable read-only memory
ETH	ethernet
GB	Gigabyte
GHz	Gigahertz
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
IT	Information technology
LED	Light-emitting diode
LLDP	Link Layer Discovery Protocol
Mbps	megabit za sekundu
PoE	Power over Ethernet
QAM	Quadrature amplitude modulation
QPSK	Quadrature phase-shift keying
RF	Radio frequency
RX	Receive
SFP	Small Form-factor Pluggable
SFPT	Shielded and Foiled twisted pair
SLA	Service-level agreement
SNMP	Simple Network Management Protocol
SSH	Secure Shell
TX	Transmit
VLAN	Virtual local area network
XPIC	Cross-polarization interference cancelling

Obsah

Úvod.....	8
1 Popis odborného zamerania firmy, v ktorej študent vykonal.....	9
odbornú prax a popis pracovného zaradenia študenta	9
1.1 O spoločnosti ha-vel internet s. r. o.	9
1.2 Dátová sieť ha-vel.....	10
1.3 Pracovné zaradenie	11
2 Stavba mikrovlnného spoja	12
2.1 Realizácia.....	12
3 Konfigurácia a diagnostika zariadení Racom RAY	16
3.1 Špecifikácia RAY10	16
3.2 Špecifikácia Racom RAY2	17
3.3 Konfigurácia	19
3.4 Diagnostika spojov.....	22
4 Spoje Ceragon IP-20C.....	25
4.1 Špecifikácia spojov Ceragon IP-20C	25
4.2 Konfigurácia spojov Ceragon IP-20C.....	26
5 Spoje Ericsson Mini-Link 6352	31
5.1 Konfigurácia spojov Ericsson Mini-Link 6352	31
6 Teoretické a praktické znalosti a zručnosti získané v priebehu štúdia uplatnené v priebehu odbornej praxe	34
7 Znalosti a zručnosti chýbajúce v priebehu odbornej praxe	35
8 Dosiahnuté výsledky v priebehu odbornej praxe a jej celkové zhodnotenie	36
Použitá literatúra	37
Zoznam obrázkov.....	38
Zoznam tabuliek.....	39

Úvod

Pri mojom štúdiu na vysokej škole, som pri riešení školských projektov a úloh na cvičeniach, často rozmýšľal či zadanie a moje riešenie úlohy je uplatniteľné v praxi, a ak nie ako sa daný problém v praxi rieši. Preto, keď som sa dozvedel o možnosti riešenia bakalárskej práce formou praxe vo firme, moja voľba bola jasná. Vzhľadom na to, že som sa v minulosti istý čas zaoberal bezdrôtovým prenosom dát, snažil som sa spomedzi nami ponúkaných firiem vybrať si tak, aby som moje skúsenosti nadobudnuté v minulosti mohol zúročiť a samozrejme aj povýšiť.

Moja prax prebiehala v spoločnosti ha-vel internet s.r.o. so sídlom v Ostrave. U mojich kolegov som sa informoval, aké technológie spoločnosť používa, a čím sa zaoberá. Po prvých dňoch na praxi som zistil, že spoločnosť používa veľmi veľké množstvo rôznych technológií a že technológiu neustále vylepšujú aby ich zákazníci dostávali služby na vysokej úrovni. Možnosť odskúšať si prácu s naozaj profesionálnou technikou bola pre mňa veľmi prínosne. Na praxi som sa predovšetkým zaoberal konfiguráciou, servisom a diagnostikou rôznych mikrovlnných spojov či už v pásmach licencovaných alebo nelicencovaných. Pri servise a diagnostike som komunikoval so širokým okruhom ľudí z rôznych spoločností, ktoré buď spoje vyrábali alebo v praxi hojne využívali mikrovlnné spoje. Táto prax bola pre mňa veľkým prínosom a verím, že nadobudnuté skúsenosti a zručnosti, ktoré sa mi podarilo získať v spoločnosti ha-vel internet s.r.o. sa mi v budúcnosti podarí čo najviac zúročiť.

1 Popis odborného zamerania firmy, v ktorej študent vykonal odbornú prax a popis pracovného zaradenia študenta

1.1 O spoločnosti ha-vel internet s. r. o.

Telekomunikačná skupina ha-vel združuje firmy poskytujúce špičkové telekomunikačné služby. V súčasnosti v nej možno nájsť spoločnosť ha-vel internet s.r.o a ha-vel Slovakia s.r.o. Spoločnosť ha-vel internet s.r.o. vznikla v roku 1996 vo Frýdku – Místku. Počas svojho pôsobenia na trhu sa dokázala vyvinúť z lokálneho poskytovateľa internetového pripojenia na významného českého telekomunikačného operátora s celoštátnou pôsobnosťou poskytujúceho komplexné IT riešenia, predovšetkým v segmente stredných a veľkých firiem. Telekomunikačná skupina ha-vel ponúka individuálny prístup pri riešení potrieb v oblasti hlasových a internetových služieb s výhodným pomerom ceny a výkonu. Všetkým zákazníkom poskytuje široké spektrum telekomunikačných služieb. Naša národná chrbticová aj medzinárodná sieť, spoľahlivé dátové centrá v Prahe, Ostrave, Brne, ako aj individuálna starostlivosť o zákazníka sú zárukou profesionálne vykonanej práce a spokojnosti vás, našich klientov. Telekomunikačná sieť ha-vel je teraz dostupná na celom území Českej republiky.



Obrázok 1.1: Dátová sieť spoločnosti [1]

Po rokoch rastu a vývoja vybudovala kompletne zázemie skladajúce sa z obchodného, technického a administratívneho tímu, doplnené nonstop službami centra starostlivosti o zákazníka (CRM) a monitorovacieho centra (HOTLINE). Spoločnosť ha-vel internet s.r.o. disponuje v dnešnej dobe viac ako 2800 bezdrôtovými spojmami od výrobcov ako napr. Racom, DragonWave, Ceragon, Ericsson, atď..

Celkovo má po celej Českej a Slovenskej republike aktívnych cez 9000 zariadení rôznych výrobcov. Medzi najväčších zákazníkov patria:

- podniky zo štátnej správy ako napríklad Ministerstvo Financíí Českej republiky, Vláda Českej republiky, Colná správa Českej republiky, Ministerstvo zahraničných vecí Českej republiky,...
- korporátna klientela: Baťa a. s., STUDENT AGENCY, SAZKA a. s., Leo Express,...
- telekomunikačné a IT spoločnosti: T-Mobile Czech Republic a. s., Vodafone Czech Republic a. s., ČD - Telematika a. s., České Radiokomunikace a. s.
- a zo športu a kultúry: HC Vítkovice, Bohemians 1905, FBC Ostrava, Colours of Ostrava, Febiofest

1.2 Dátová sieť ha-vel

Ha-vel prevádzkuje jednu z najrozsiahlejších opticko-rádiových sietí v Českej republike. Neustále sa rozširujúca dátová sieť pokrýva aktuálne viac ako 60 miest, vďaka čomu umožňuje poskytovanie širokého portfólia spoľahlivých telekomunikačných služieb. Starostlivo premyslená štruktúra siete umožňuje zamerať sa na vysoko kvalitné služby s pridanou hodnotou. Celoštátna dátová sieť ha-vel je pripravená na poskytovanie profesionálnych dátových služieb na území Českej republiky. Celá sieť je pod neprestajným dozorom profesionálneho centra.

Štandardné je využitie najmodernejších telekomunikačných technológií s prenosovou kapacitou až 240 GB a SLA zmluva na kvalitu poskytovaných služieb s garantovanou dostupnosťou. Všetky služby sú implementované ako zálohované, bezpečnosť dát zaisťuje dvojnásobné kryptovanie. Preto postačuje jediná prípojka na privátne siete, hlasové služby, televízne služby a videokonferencie.



Obrázok 1.2: Logo spoločnosti [1]

1.3 Pracovné zaradenie

Po prihlásení na bakalársku prax som kontaktoval spoločnosť a dohodli sme si prijímací pohovor. Na prijímacom pohovore som bol oboznámený čím sa spoločnosť zaoberá, čomu sa venuje a aká je jej organizačná štruktúra. Bol som informovaný s akou technikou spoločnosť pracuje. Aj keď som už s podobnou prácou mal isté skúsenosti, o technike, ktorú spoločnosť používala som toho veľa nevedel. Našťastie ma okamžite ubezpečili že to nie je veľký problém a konfigurácia zariadení, je veľmi jednoduchá a intuitívna. Na začiatok som si vyskúšal prácu v teréne s IT technikom, aby som bol oboznámený s tým ako vyzerá nasadenie techniky praxi. Zistil som, že technici musia dôkladne poznať techniku s ktorou pracujú, a pretože zákazníci spoločnosti sú hlavne veľké spoločnosti a štátna správa, kde je vyžadovaná maximálna dostupnosť internetových služieb, musia technici pracovať skutočne rýchlo. Potom som sa presunul na technické oddelenie, kde som mal konfigurovať a diagnostikovať bezdrôtové rádiové spoje, ktoré boli z rôznych dôvodov demontované buď od klienta alebo z retranslačnej stanice. Ceny takýchto zariadení sa pohybujú až do 100 000Kč za kus. Vzhľadom na to, že ide o profesionálne zariadenia, je 5 ročná záruka v podstate samozrejmosťou. Mnohokrát sa aj servis v autorizovanom stredisku spoločnosti finančne oplatí. Vzhľadom na to, že pobyt na zime a daždi môjmu organizmu moc neprospieva, ale chcel som sa pozrieť, ako vyzerá stavba takého point to point bezdrôtového spoja, práce na stavbe som sa zúčastnil ku koncu mojej praxe, kedy bolo počasie už krajšie.

2 Stavba mikrovlnného spoja

Jedna z prác, ktorú som v spoločnosti ha-vel internet vykonával, bola stavba mikrovlnného spoja. Predmetom práce bolo zrealizovanie RR dátovej linky pre pripojenie objektu na adrese: Na Náhonu 1165, Ostrava – Přívoz. Išlo o realizáciu full duplex technológie s rádio reléovým spojom Racom RAY1, ktorá funguje na frekvencií 10GHz s 600mm parabolickou anténou.

2.1 Realizácia

Parabolická anténa bola inštalovaná na statickom držiaku, na streche budovy. Viacplášťový SFTP kábel Cat.5E v prevedení outdoor, bol privedený do miesta definovaného zákazníkom ku koncovému zariadeniu (CPE, router, switch). Káblová trasa bol vedená od parabolickej antény v drôtených roštach na podstavcoch po streche a potom existujúcim prestupom strechou na chodbu cez serverovňu (nad podlažiami) a potom už priamo do serverovne kde sme kábel viedli v existujúcich káblových žľaboch k poslednému racku.



Obrázok 2.1: Umiestnenie antény [vlastný]



Obrázok 2.2: *Spoj Racom RAY namontovaný na anténe [vlastný]*



Obrázok 2.3: *Anténa LEAX Arkivator 60 cm [vlastný]*



Obrázok 2.4: *Káblová trasa do racku klienta [vlastný]*



Obrázok 2.5: *Káblová trasa na streche budovy v drôtených žľaboch* [vlastný]

3 Konfigurácia a diagnostika zariadení Racom RAY

V tejto časti mojej bakalárskej práce budem opisovať a predstavovať zariadenie od spoločnosti Racom typu RAY a RAY2. Vzhľadom na to, že spoločnosť ha-vel internet s.r.o. disponuje veľkým množstvom týchto zariadení vďaka ich cene a vďaka tomu, že sa jedná o zariadenie od českého výrobcu a tým pádom sa aj servisné stredisko nachádza v českej republike.

3.1 Špecifikácia RAY10

Mikrovlnný spoj RAY10 je určený k prevádzke v chrbticových sieťach pro prenosy v bezlicenčných pásmach 10 GHz a 17 GHz. Pracuje ako spoj Bod-Bod v plne duplexnom režime s prenosovou rýchlosťou až 170 Mbps. Šírka pásma je voliteľná 28/14/7 MHz. Modulácia je nastaviteľná pevne alebo adaptívne v rozmedzí QPSK až 256-QAM. Spoj je tvorený dvomi stanicami vo FOD (Full Outdoor) vyhotovení. Jedna z nich s kódovým označením RAY10-LA vysiela v spodnej polovicike kmitočtového pásma, druhá označená RAY10-UA vysiela v hornej polovicike pásma. Komunikačná jednotka sa k sieti užívateľa pripája ethernetovým káblom cez rozhranie 1000BASE-T. Firma RACOM štandardne odporúča používať pro vonkajšie inštalácie kábel S/FTP CAT 7 a dva konektory RJ45. Napájanie stanice je realizované podľa štandardu PoE káblom ethernetu. Stanice s kódovým označením RAY10-L2, RAY10-U2 sú vybavené dvoma konektormi. Pravý z nich vedie užívateľské dáta, ľavý konektor slúži pro samostatný servisní prístup. Stanice RAY10-L1, RAY10-U1 majú spoločný konektor pre dáta aj pro servisní prístup. Prostredný konektor typu BNC slúži k pripojeniu voltmetru pro presné naladenie intenzity prijímaného signálu. Mikrovlnná linka vyžaduje použitie vonkajšej parabolickej antény pro každú jednotku RAY. K dispozícii sú parabolické antény rôznych výrobcov. Rádiové prepojenie jednotky s anténou zabezpečuje vlnovod uprostred pripájacieho čapu. Jednotka RAY je pripevnená k anténe štyrmi inbus skrutkami M8.



Obrázok 3.1: Konektory spoja Racom RAY [2]

3.2 Špecifikácia Racom RAY2

Mikrovlnné spoje RAY2 pracujú ako linka Point to Point (bod-bod) v plne duplexnom režime s prenosovou rýchlosťou až 360 Mbps. Môžu pracovať v troch bezlicenčných pásmach (10, 17 a 24 GHz). Spoločnosť ha-vel internet však nakupuje iba spoje 10 a 17 GHz. Šírka pásma je voliteľná v rozmedzí od 1.75 do 56 MHz. Modulácia je nastaviteľná pevne alebo adaptívne od QPSK do 256QAM. Mikrovlnné spoje RAY2 môžu byť v pásmach 17 a 24 GHz prevádzkované aj ako zariadenia krátkeho dosahu (Short Range Device - SRD). Jednotky sú na rozdiel od RAY vybavené tromi stavovými LED na svojom tele, čo je hlavne pri diagnostike a inštalácii nesporná výhoda. Ďalej je jednotka vybavená týmito rozhraniami:

Tabuľka 3.1: Popis portov jednotky RAY2 [3]

ETH1+POE	Gigabitový metalický Ethernet port. Pomocou tohoto portu je možno jednotku napájať zdrojom PoE, ktorý pracuje podľa štandardu IEEE 802.3at. Pasívne PoE 40 až 60 V je tiež podporované.
ETH2	Slot pro užívateľsky vymeniteľný SFP modul: - k dispozícii je viac typov optických modulov - je možné použiť single alebo duálny mód vysieláča - je možné použiť SFP modul s metalickým rozhraním RJ45
	Status LED (na jednotke SFP vedľa konektora) je riadená SFP modulom. Jej funkcia závisí na použitom module SFP. Typická indikácia RSS na optickej alebo metalickej linke. Pokiaľ je signál na vhodnej úrovni, ani príliš slabý ani príliš silný, potom LED svieti.
P	Konektor pro DC napájanie 20 až 60 V.
	HW tlačidlo pre servisné účely (Restart): <i>Internal backup</i> alebo <i>Factory settings</i> .
S	Servisný konektor USB pre prístupové adaptéry USB/WiFi a USB/ETH.
	Konektory pre indikáciu RSS napätia (napr. 0.547 V predstavuje RSS –54.7 dBm).



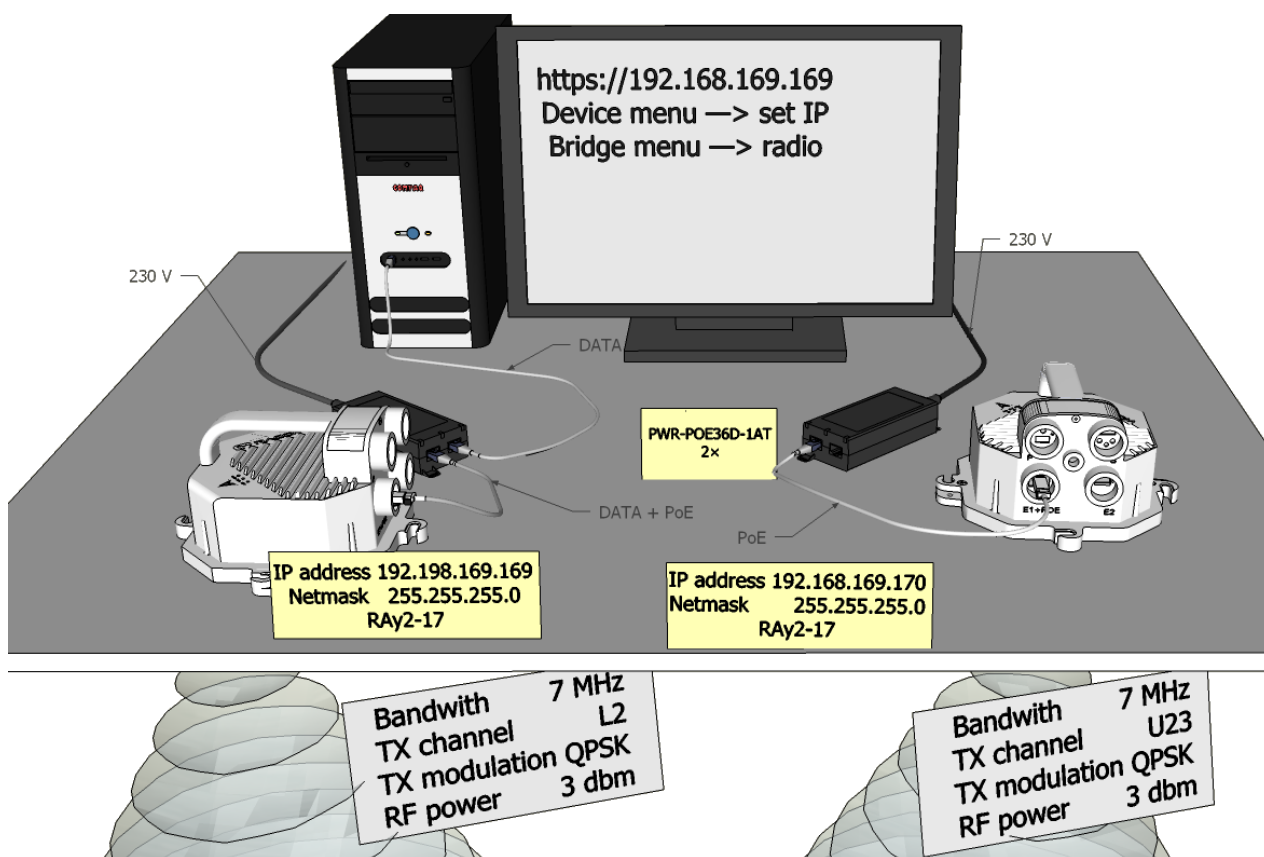
Obrázok 3.2: Konektory spoja Racom RAY2 [3]

Tabuľka 3.2: Popis signalizácie stavov LED [3]

Dióda	Farba	Stav	Funkcia
ETH	Zelená ETH1,(10/100/1000)	Bliká	Aktivita na portu
		Svieti	Port bez prevádzky (Auto Negotiation prebehlo)
		Bliká pomaly	Prebieha Auto Negotiation
	Žltá ETH2, (1000)	Bliká	Aktivita na portu
		Svieti	Port bez prevádzky (Auto Negotiation proběhlo)
		Bliká pomaly	Prebieha Auto Negotiation
SYS	Oranžová (červená+zelená)	Svieti	Jednotka nabieha
	Zelená	Svieti	Jednotka nabehla, všetko v poriadku
		Bliká pomaly	HW tlačidlo stlačené za chodu
			Prebieha factory defaults
			Zápis Firmware - nevypínať napájanie
	Červená	Svieti	Závažná chyba systému
		Bliká pomaly	HW tlačidlo stlačené pri nábehu jednotky (trvale stlačené HW
		Bliká krátko	Jednotka je v servisnom móde
AIR	Zelená	Svieti	Link: OK
		Bliká krátko	Link: Connecting
	Červená	Svieti	Link: Single

3.3 Konfigurácia

Jednotky RAY a RAY2 majú konfiguráciu v podstate rovnakú, preto som sa rozhodol popísať konfiguráciu iba pre Racom RAY2. Pre uľahčenie konfigurácie rádiových parametrov sú jednotky odlišené. Priradenie jednotky k pásnu L alebo U je možné zmeniť pri 17 GHz a 24GHz jednotkách. Pred inštaláciou jednotiek na anténu, ktorá býva zväčša umiestnená na stožiare alebo na inom vyvýšenom mieste, napr. na streche obytného domu alebo komíne, je potrebné aby bola prvotná konfigurácia a spojenie jednotiek vykonané bez antén na stole.



Obrázok 3.3: Schematické zapojenie spojov pri prvotnej konfigurácii [3]

Spoj RAY2 je dodávaný s defaultnou konfiguráciou prístupových parametrov:

Pre prístup Ethernetom cez port RJ45 alebo SFP:

- Jednotka L má servisnú IP adresu 192.168.169.169 a masku 255.255.255.0
- Jednotka U má servisnú IP adresu 192.168.169.170 a masku 255.255.255.0

Pre prístup Ethernetom cez port RJ45 alebo SFP nastavíme v PC adresu vnútri masky, napr. 192.168.169.180. Teraz vstúpime do http alebo https rozhrania, napr. pre jednotku L <https://192.168.169.169> Prístup je povolený cez protokol HTTP, HTTPS alebo SSH. Užívateľské meno je defaultne *admin*, heslo tiež *admin*.

Username

Password

Log in

go to [secured](#) version

Obrázok 3.4: Prihlasovacie okno do jednotiek RAY2 [vlastný]

Po prihlásení do jednotky sa nám zobrazí okno status. Menu Status poskytuje základné informácie o lokálnej a pripojenej jednotke. Informácie sú platné v okamihu otvorenia stránky alebo po stlačení tlačidla Refresh. Status/Brief uvádza iba najdôležitejšie hodnoty. Status/Detailed uvádza aj ďalšie parametre. Ikona označuje polia aktualizované s periódou 30 sek (alebo 1 sec pri aktívnom tlačidla Start). Ďalej v sekcii Link settings – General, nastavíme obecné parametre jednotky ako **Názov stanice** a **Umiestenie stanice**, **Čas a dátum** a **Ip adresu pre synchronizáciu času**. Ďalej v sekcii Link settings – Radio, ktorej parametre sú pre spojenie jednotiek najdôležitejšie, nastavíme obecné parametre rádiovkej linky.

	Local	Peer
Radio type	L	U
Polarization	vertical	horizontal
Bandwidth [MHz]	7 MHz	7 MHz
Frequency input	list	
TX channel [GHz]	L1 17.105000	U22 17.178500
RX channel [GHz]	U22 17.178500	L1 17.105000
Duplex spacing [MHz]	73.500	
ACM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TX modulation	QAM64	QAM32
ATPC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ATPC RSS threshold [dBm]	-71 + 0 = -71	-75 + 0 = -75
TX power [dBm]	-22	-20
Antenna gain [dBi]	0.00	0.00
EIRP ?= limit [dBm]	-22.00 <= 20.00	-20.00 <= 20.00

Buttons: Apply, Cancel, Refresh, Show defaults, Show backup

Obrázok 3.5: Menu nastavenia rádiových parametrov jednotky [vlastný]

Radio type	Informácie o type rádiovkej jednotky: L(ower) alebo U(pper) pásma.
Bandwidth [MHz]	Voľba jednej zo štandardných širok kanálov, zhodné pro jednotku Local a Remote.
Frequency input	Manuálna voľba kmitočtu (pokiaľ je podporovaná). TX a RX kmitočty zapíšeme priamo. Zámok TX-RX je možno rozpojiť a zvoliť TX a RX kanály

nezávisle. Zodpovedajúce kanály na opačnej jednotke sú nastavené automaticky

TX channel [GHz]	TX a RX kanály sú vyberané zo zoznamu kanálov. Základná konfigurácia
RX channel [GHz]	má ikonou spojky prepojenú voľbu TX a RX. V tomto prípade je dodržaný základný duplexný odstup medzi kanálmi a voľbou jedného z kanálov sú definované aj ostatné tri. V prípade jednotiek pracujúcich vo voľných pásmach je možné rozpojiť zámok TX-RX a zvoliť TX a RX kanál nezávisle. Príslušné kanály na opačnej sú nastavené automaticky.
TX modulation	Stupeň modulácie pre TX kanál. Ide vybrať z rozmedzí QPSK (vysoká citlivosť pro zlé podmienky) až 256QAM (vysoká rýchlosť pri vhodných podmienkach).
TX power [dBm]	Požadovaný výstupný RF výkon.

Po nastavení týchto parametrov na oboch jednotkách, jednotky vytvoria spojenie. Ďalšie a posledné parametre dôležité pre nastavenia jednotiek je nastavenie prístupovej cesty pre konfiguráciu a prevádzkovanie spoja. Tieto nastavenia nájdeme v sekcii Link settings – Service access – Services. Tu nastavíme potrebnú IP adresu, masku podsiete a predvolenú bránu.

3.4 Diagnostika spojov

Pri diagnostike som spojov som postupoval tak, že som použil jednotku, o ktorej som na 100% vedel, že je plne funkčná a snažil som sa vytvoriť spojenie s jednotkou ktorá bola podľa servisných technikou pokazená. Vzhľadom na to, že jednotky boli už používané a ich servisné IP adresy boli z defaultných pozmenené, prvým krokom bolo zistiť ich IP adresu. V manuáli od výrobcu jednotiek som zistil, že jednotky posielajú LLDP protokol každých 60 sekúnd, z ktorého je danú IP adresu možné zistiť. LLDP správu je možné zachytiť s previesť do čitateľného stavu pomocou LLDP klienta. Ideálnym nástrojom Wireshark IP traffic analyzing tool. Veľké množstvo jednotiek mali poškodenie na EPROM, kde je nahraný firmware jednotiek. Pri jednotkách typu RAY2 bola diagnostika tohto problému veľmi jednoduchá, pretože je jednotka vybavená stavovými LED ktoré problém pri nabíjaní firmware indikovali stálym svietením všetkých troch led diód. Pri jednotkách RAY, bola diagnostika tohto problému zložitejšia, zväčša som postupoval tak, že som jednotku pripojil a analyzoval som IP trafic na eth porte, kde bola jednotka pripojená. V prípade, že sa v analýze

nezobrazoval LLDP protokol ani raz za celú dobu analýzy (zväčša cca 30 minút), posielal som jednotku do servisu zo závadou poškodenia nabiehania firmwaru. Častými vadami na poškodených zariadeniach bolo mechanické poškodenie konektorov, alebo zatečenie konektorov. Tieto závady vznikajú pri montáži a bohužiaľ sú vo výnimkách v záručných podmienkach a za ich opravy je nutné platiť aj keď je zariadenie v záruke. Stále ide však o rentabilnú opravu. Ďalšou častou závadou boli vady na prijímacej a vysielacej časti jednotiek. Tieto vady sa prejavovali tým, že buď nešlo vytvoriť spojenie medzi dvomi jednotkami alebo po vytvorení spojenia bola hodnota prijímaného signálu RSS príliš vysoká a výrazne odlišná ako na opačnej jednotke. Ďalšie závady boli na diagnostiku zložitejšie a časovo náročnejšie. Pri diagnostikovaní týchto závad som vytvoril spojenie medzi dvomi jednotkami a pripojil som ich na ethernetový merací prístroj, kde som nastavil určitý dátový tok a nechal som test prebiehať kľudne aj niekoľko dní. V prípade, že sa na meracom prístroji vyskytli chybné prijaté pakety posielal som jednotku do servisu so závadou na prijímacej časti jednotky. Na približne 10% jednotiek sa závady v servisnom stredisku neprejavila. Tieto jednotky boli testované v klimatických komorách a podstúpili rôzne testy. Na približne 20% jednotkách, ktoré som ja diagnostikoval sa žiadna závada neprejavila už pri mojich testoch a diagnostikovaní, alebo išlo o chybu spôsobenú neaktuálnym firmwarom, ktorý nebol kompatibilný s jednotkou s novším firmwarom. Chyby spôsobené neaktuálnym firmwarom som odstraňoval ja a neposielal som jednotky do servisného strediska. Tieto chyby sú spôsobené tým, že firmware obsahuje aj tzv. frekvenčné tabuľky zvané rcinfo. Tieto tabuľky obsahujú informácie a zoznam dostupných širokých pásiem a modulácií, priradenie frekvencií ku kanálom. Rôzne verzie môžu obsahovať rozdielne tieto informácie a preto sa jednotky nespoja. Pri aktualizácii firmwaru som postupoval tak, že na oficiálnej stránke výrobcu som si vyhľadal najnovší firmware a stiahol som ho do počítača. Avšak, tu som musel byť obozretný, lebo jednotky v ktorých bol nainštalovaný veľmi starý firmware sa musia flashovať cez medzi-verzie. V prípade, že by sa do jednotky so starším firmwarom nahral ihneď najnovší firmware došlo by k nenávratnému poškodeniu jednotky, kde by bol nutný servisný zásah v autorizovanom servisnom stredisku. Ďalej som v menu jednotky s sekciou **Tools – Maintance – Firmware** sa mi po kliknutí na ikonu **Firmware Upload** zobrazilo dialógové okno, umožňujúce nahranie balíčku s firmware do bufferu jednotky. Po pripravení firmware v bufferu, je možné urobiť upgrade.

The screenshot shows the 'Firmware' tab in the Racom RAY2 configuration interface. The top status bar indicates 'Local: RAY2-17L / 07:12', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. The sidebar on the left contains the following menu items: Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The 'Maintenance' item is expanded, showing 'Live data', 'History', 'Logs', and 'Programs'. The main content area has tabs for Backup, Feature keys, Firmware (selected), Radio adaptation, and Restart. Under the 'Firmware' tab, there is an 'Info' section with a table comparing Local and Peer versions. Below this is a 'Firmware upgrade' section with a warning message, a 'Firmware upload' button, and fields for file name and size. There are also checkboxes for 'Force upgrade' and a 'Clean buffer' button. At the bottom right, there is a 'Refresh' button.

	Local	Peer
Firmware version	2.1.13.1 Beta	2.1.13.1 Beta
Radio firmware version	0.2.10.0	0.2.10.0

Firmware upgrade
Warning: Upgrading to a wrong firmware may result with station malfunction.

Firmware upload

File name n/a
File size [B] n/a

	Local	Peer
Version in buffer	n/a	n/a

Clean buffer

Force upgrade ☐ ☐

Firmware upgrade

Obrázok 3.6: Menu aktualizácie firmware na jednotke RAY2 [vlastný]

4 Spoje Ceragon IP-20C

Počas mojej praxe došlo k zakúpeniu novej technológie od izraelskej firmy Ceragon. Jedná sa o bezdrôtové point-to-point spoje pracujúce prevažne licencovaných pásmach. Firma zakúpila jednotky IP-20C, ktoré mali nahradiť dosluhujúce spoje Dragonwave Harmony Enhanced (18GHz) a Dragonwave Harmony (32 GHz) z dôvodu problémov so spoľahlivosťou alebo tiež konca servisného obdobia. Mojou úlohou bolo zoznámiť sa s novou technológiou a vypracovanie návodu konfigurácie pre technikov do terénu.

4.1 Špecifikácia spojov Ceragon IP-20C

Čo sa týka konektivity, je jednotka vybavená tromi dátovými portami (1x RJ45 a 2x SFP+), jedným management portom RJ45 a tiež svorkovnicou pre prívod 48V pre prípad použitia optického pripojenia a SFP. Jedno zariadenie v sebe obsahuje dva vysielacie – jeden pre vertikálnu polarizáciu a druhý pro horizontálnu – pričom je možné použiť i obe polarizácie naraz a pomocou technológie XPIC efektívne zdvojnásobiť dátovú priepustnosť pri využití jediného páru kmitočtov.



Obrázok 4.1: Porty spoja Ceragon IP-20C [4]

Typová identifikácia zariadenia je nasledujúca:

IP-20C-E-<FREKVENCIA>-<BAND>-<VYSOKÁ/NÍZKÁ>-ESS

- 1) Frekvencia označuje kmitočet, pre ktorý je jednotka vyrobená – v mojom prípade 18GHz alebo 32GHz.
- 2) Band určuje, do ktorej časti pásma jednotka patrí. Kvôli obmedzeniu hardwaru je treba kmitočty rozdeliť medzi nižšie pásmo (označovaný Ceragonom ako L) a vyššie pásmo (označovaný Ceragonom ako H)
- 3) Typ jednotky určuje, či sa jedná o vysokú jednotku H (vysiela na „vysokých frekvenciách“ a prijíma na „nízkych“) alebo nízku jednotku L, ktorá funguje presne opačne.

Príklad: IP-20C-E-18-H-L-ESS Označuje 18GHz nízku jednotku pracujúcu vo vyššom pásme.

K napájaniu jednotky slúži proprietárny power injector, ktorý dokáže dátový tok vybaviť tiež napájaním (vlastné PoE Ceragonu). Prvým krokom je odskrutkovanie krytky ETH1 (RJ45), do ktorej pripojíme prívod z power injector, čím dôjde k napájaniu jednotky. Samotný náš notebook sa pripojí do portu MNGT, ktorý slúži k managementu spoja. Po modifikácii nastavenia sieťovej karty tak, aby notebook patril svojou statickou adresou do rovnakej podsiete ako jednotka, je jednotka dostupná na adrese 192.168.1.1. Po prístupe na túto adresu pomocou webového prehliadača sa dostaneme priamo do nastavenia jednotky. Pre prvé prihlásenie je nutné použiť údaje: admin / admin.

4.2 Konfigurácia spojov Ceragon IP-20C

Po prihlásení do jednotky, sme ihneď upozornení, že jednotka nemá vhodné licenčné kľúče, čo je prvá prekážka, ktorá sa musí vyriešiť.

Licenčný portál Ceragonu je dostupný na webovej adrese: <http://license.ceragon.com>. Po zadania prihlasovacích údajov sa dostaneme do rozhrania portálu, kde si vyberieme IP20C/IP20E/IP20S devices. V tomto submenu je nutné označiť si našu jednotku podľa sériového čísla na štítku a kliknúť na GenerateKeys. Tu si z nakúpených kľúčov pomocou ADD vyberieme, aké funkcie má mať jednotka odomknuté. Vzhľadom k tomu, že politika firmy ide cestou univerzálnou a tiež plný licencií, vyberajú sa pri všetkých jednotkách zhodné funkcie odomykajúce ACM (adaptívne modulácie), plnú rýchlosť (500Mbps), XPIC, kompresiu hlavičiek a aktiváciu druhého jadra, čo je tiež podmienka korektnej

funkcie XPICu. Pomocou tlačidla generate je následne vytvorený licenčný kľúč, čo je dlhý string písmen a číslíc, ktorý v jednotke aktivuje funkcie.

Prvým krokom je teda inštalácia kľúča do jednotky. Vo webovom rozhraní si zvolíme Platform -> Activation Key -> Activation Key Activation, kde je možné do kolónky Activation Key Configuration vložiť vygenerovaný kľúč. Vzhľadom k tomu, že jednotka častokrát od výrobcu dorazí skôr, ako je ich sériové číslo priradené v systéme, ponúka Ceragon ešte jednu funkciu. V dolnej časti sa takisto nachádza tickbox menom DEMO MODE, ktorý na mesiac aktivuje všetky funkcie jednotky. Po aktivácii prestane jednotka vykazovať chybový stav a je možné prejsť ku konfigurácii. Každopádne je ešte predtým vhodné aktualizovať firmware spoja.

Všetky jednotky, ktoré spoločnosť doposiaľ nakúpila majú verziu interného firmware aspoň 10.3.0.0.0.286, čo znamená, že podporujú takzvaný http flash, čo podstatne zjednoduší prácu. V Platform -> Software -> Download and Install si môžeme zvoliť http režim. Potom stačí už len kliknúť na Choose file a vybrať kompletný archív s novým firmware. Jednotka po úspešnom nahraní ešte prekontroluje integritu firmware a potom je možné pomocou tlačidla Install nainštalovať novú verziu, čo tiež vedie k reštartu zariadenia.

Následne môžeme pristúpiť k samotnej konfigurácii. Od konzultanta som dostal zadané informácie, ako má výsledný návod vyzeráť. Musí byť jednoduchý, zrozumiteľný a čo najrýchlejší. Tiež je potrebné počítať s tým, že jednotka môže počas prevádzky prejsť z režimu jednej polarizácie do režimu XPIC, pretože licenčné poplatky ČTU pri užšom kanály v XPIC lacnejšie ako pri dvojnásobnom kanály v jednej polarizácii. Je teda z ekonomického hľadiska výhodnejšie používať práve XPIC, pokiaľ bude treba navýšiť konektivitu. Práve z tejto myšlienky som pri tvorbe návodu vychádzal.

K úspešnej stavbe spoja je potreba mať tieto veci:

- 1) Dve jednotky Ceragon IP-20C v bandu podľa objednanej licencie od ČTU, jednu vysokú a jednu nízku.
- 2) Dva vonkajšie power injektory od Ceragonu, jeden na každú stranu spoja.
- 3) Spínaný zdroj 48V na každú stranu spoja.
- 4) Vhodnú anténu podľa objednanej licencie (násobok 30 cm).
- 5) OMT sadu (vysvetlené v práci neskôr).

Našťastie jednotka ponúka takzvaný PIPE režim, vďaka ktorému je možné mnohé funkcie nakonfigurovať veľmi rýchlo. Nie je to však univerzálny nástroj a určité funkcie je potrebné doplniť ručne, prípadne upraviť.

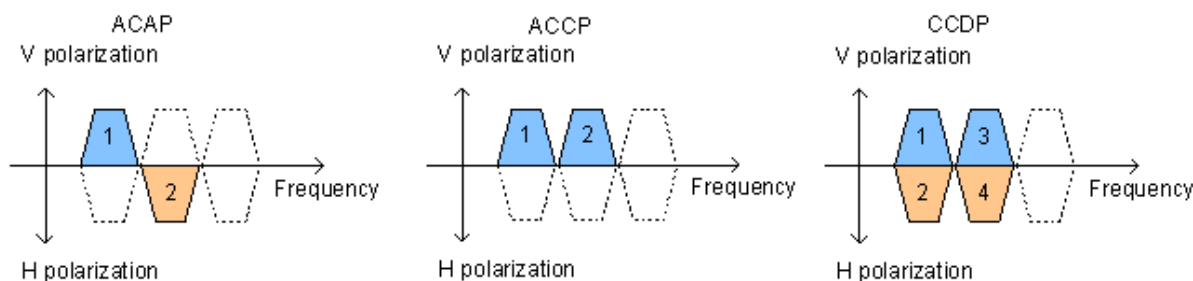
Zvolíme si teda v nastavení spoja Quick Configuration -> PIPE -> Multicarrier ABC -> 2+0. Čo nám prakticky hovorí, že chceme konfigurovať XPIC spoj. Avšak táto konfigurácia sa práve modifikuje k použitiu 1 + 0, čo je vo výsledku spoj vysielajúci len v jednej polarizácii.

V prvom kroku si vyberieme niekoľko položiek. PIPE režim necháme na dot1q, Ethernet Interface si vyberieme podľa toho, ktorý port budeme používať pre prenos dát. Na výber je metalický Slot 1, Port1 a SPF+ porty Slot 1, Port 2 a Slot 1, Port 3. Radio Interface si zvolíme Slot 2, Port 1. Potvrdíme pomocou Next. V ďalšom kroku je potrebné vybrať druhý Radio Interface, teda Slot 2, Port 2. V ďalšom menu je hlavné nezaškrtnúť XPIC. TX a RX frequency u oboch rádií nastavíme podľa licencie od ČTU. Vysielač TX Level taktiež. Vysielač je možné zapnúť pomocou menu TX Mute, kde zvolíme Off. Aktivujeme si však vysielač podľa toho, či chceme horizontálnu polarizáciu (Slot 2, Port 1) alebo vertikálnu polarizáciu (Slot 2, Port 2). Potvrdíme pomocou next.

Nasledujúce konfiguračné menu je podstatné pre fungovanie technológie. Jedná sa o výber takzvaných konfiguračných skriptov, ktoré vhodne nastaví FPGA vo vnútri jednotky na vybrané parametre. Každý skript má nasledujúce parsovanie:

Číslo skriptu Ceragon, XPIC, BW:<šírka kanálu>, OBW:<reálna šírka kanálu>, <dosiadnuteľná rýchlosť naprieč moduláciami>, podporovaný štandard (ETSI pro EU), ACCP/ACAP.

Kvôli zaručeniu volíme len skripty končiace ACCP. Síce majú reálne užšiu šírku, ale sú omnoho odolnejšie na rušenie od susedných kanálov. Ak sa nejedná o prepoj medzi retransláciami, volíme tiež Operational Mode na Adaptive. Maximum profile si zvolíme podľa licencie ČTU, minimal potom na ten najnižší formát, teda 4QAM. Potvrdíme pomocou Next.



Obrázok 4.2: Porovnanie frekvenčnej masky [5]

Poslednou zložkou PIPE režimu je výber inband managementu. Vzhľadom k tomu, že pri inštalácii chceme minimalizovať počet káblov, ktoré k technológii vedú, je vhodné použiť takzvaný inband management, teda prístup ku konfigurácii skrz dátový port. Avšak jednotka je navrhnutá tak, že management je treba nejako oddeliť a pokiaľ nepoužijeme alternatívny port, je potrebné buď dáta alebo dohľad zabaliť do VLAN. Vyberieme si teda v submenu In Band Management Yes, pričom Management VLAN si nastavíme na 101 (vyžadujú to tak sieťoví špecialisti spoločnosti) a hlavne tiež zaškrtneme In Band includes Ethernet Interface, čím práve management pripojíme k dátovému portu, takže k pripojeniu stačí jediný ethernet kábel. Potvrdíme pomocí submit, kedy dôjde k reštartu a jednotka nabehne s novou konfiguráciou.

Po reštarte je management stále dostupný skrz MNGT port. Je tiež možné k nemu pristupovať skrz power injector pripojený do dátového portu ETH1. Avšak v tomto prípade je nutné na našu sieťovú kartu nastaviť VLAN 101.

Ďalším krokom sú finálne úpravy konfigurácie. Vzhľadom k tomu, že jednotka bola konfigurovaná ako XPIC, je treba niektoré funkcie opäť deaktivovať. V Radio -> Groups -> Multicarrier ABC si označíme jedinú skupinu v zozname. Pomocou Add/Remove members si otvoríme nové okno. Tu je treba vhodne vybrať rádio, ktoré odoberieme. Napríklad ak je licencia od ČTU na vertikálnej polarizácii a používame Slot 2, Port 2, odoberieme Slot 2, Port 1, teda horizontálne rádio. Pokiaľ tento krok nevykonáme, spoj nefunguje korektne, pretože jedno z rádii nevysiela, kvôli vypnutému vysielacu, aj keď je v skupine. Potvrdíme pomocí Apply.

Ďalšie položky sú viac-menej doplnkové. V Platform -> Management -> Unit Parameters vyplníme name, podľa mena prípojného bodu a location podľa mesta nasadenia. V Platform -> NTP configuration zapneme pomocou NTP Admin klienta. NTP version vyberieme NTPv3 a NTP server IP address na 81.30.230.13, čo je server spoločnosti. Potvrdíme pomocí Apply.

Dôležitým krokom je tiež odobratie nepoužívaných dátových portov. V Platform -> Management -> Interface Manager si zatrhne dátové porty, ktoré nebudeme používať. Vyberieme tiež rádio, ktoré sme odberali v ABC group. Potom prepne Admin state na down, čím označené porty deaktivujeme. Potvrdíme pomocou Apply.

K monitorovaniu jednotky môžeme použiť SNMP. V menu Platform -> Management -> SNMP -> SNMP parameters vhodne vyplníme SNMP Read Community, SNMP Write Community a SNMP Trap Version na V2. Potvrdíme pomocou Apply.

Posledným krokom je nastavenie IP adresy. V Platform -> Management -> Networking -> Local zmeníme IPv4 Address na požadovanú adresu zariadenia, IPv4 Subnet Mask na vhodnú masku a tiež IPv4 Default Gateway na bránu. Potvrdíme pomocou Apply. Ihneď dochádza k reštartu a zmene adresy zariadenia. Konfigurácia je kompletná.

Tento štýl konfigurácie má niekoľko značných výhod. Je relatívne jednoduchý, čo je to najhlavnejšie. Taktiež je veľmi jednoduché takto nakonfigurovaný spoj opäť prepnúť do režimu XPIC. Stačí odobraté rádio pridať späť do ABC group, aktivovať jeho admin state a zapnúť vysielateľ. Všetko je možné vyriešiť skriptom dohľadového centra, takže bez zásahu technika jednoduchým nákupom XPIC oprávnenia u ČTU a jedným klikom efektívne zdvojnásobíme priepustnosť spoja.

Pri montáži sa tiež musí použiť OMT, čo je zlučovač dvoch polarizácií. Efektívne z horizontálnej a vertikálnej spraví kruhovú, ktorá pokrýva obe. Táto súčiastka sa vkladá medzi jednotku a anténu.



Obrázok 4.3: Montáž spoja Ceragon IP-20C na anténu [5]

5 Spoje Ericsson Mini-Link 6352

Ku konci mojej praxe firma tiež zakúpila nové jednotky od firmy Ericsson. Ericsson Mini-Link 6352 je mikrovlnný point-to-point pracujúci v takzvanom dohľadovanom E bandu (80 GHz). Tieto spoje sa vyznačujú vysokou priepustnosťou, pretože umožňujú využiť široké kanály v režimu XPIC, spomínanom vyššie pri spojoch Ceragon.



Obrázok 5.1: Ericsson MINI-LINK 6352 špecifikácia [6]

5.1 Konfigurácia spojov Ericsson Mini-Link 6352

Čo sa týka konektivity, Ericsson používa proprietárnu kabeláž pre dátovú aj napájaciu funkciu. Jedná sa buď o čisto optické káble alebo o káble hybridné, pričom časť sa využije pre PoE a časť pre dáta. Tieto spoje sú schopné prenášať až 10 Gbps, takže je nemysliteľné použitie klasickej krútenej dvojlinky. Proprietárny kábel je zakončený unikátnym konektorom, ktorý je potrebné urobiť ručne.



Obrázok 5.2: *Proprietárny konektor pre Ericsson Mini-Link 6352 [7]*

Dostal som za úlohu s kolegom vypracovať návod, rovnako ako v prípade spojov Ceragon. Ericsson používa pri svojich spojoch takzvanú RMM vo forme čipu. Jedná sa o kartu podobnú SIM, ktorá v sebe drží základnú konfiguráciu a všetky licenčné kľúče, povoľujúce hardwarové možnosti technológie. Prvým krokom po rozbalení je teda odskrutkovanie krytky O&M/ALIGN a vytiahnutie modulu. Do tohto modulu sa vloží RMM karta, ktorá je pribalená k jednotke. Z výroby už chodia RMM čipy predpripravené s licenciami, nie je teda nutné neskôr nahrávať.

Po vložení RMM čipu do modulu, je možné k jednotke pripojiť proprietárny kábel, ktorým jednotku tiež napájame. Svoj počítač pripojíme k O&M/ALIGN modulu, ktorý je opatrený konektorom RJ45. Na jednotke beží DHCP server, takže náš počítač už dostane adresu od neho. Jednotka samotná má potom adresu 192.168.1.1, tou pristúpime do konfiguračného okna.

K prístupu do jednotky použijeme prihlasovacie údaje admin/admin. Po prihlásení do jednotky je vyžadovaná okamžitá zmena hesla, ktorú je potrebné vykonať. Prvým krokom je upgrade firmware jednotky. Vyberieme si teda TOOLS & REPORT -> Software a klikneme na Choose file. Potom stačí len vybrať archív s firmware, ktorý získame zo spoločného úložiska a pomocou Auto Commit zahájiť flash. Po dokončení sa jednotka reštartuje.

Konfigurácia Ericssonu je oproti Ceragonu rýchlejšia. Vyberieme si Configuration -> System a v submenu General nastavíme Node Name, čo je meno lokality a Location na mesto nasadenia. Potom sa prepne do submenu Time, kde nastavíme konfiguráciu NTP serveru a časové pásmo.

Ďalej je potrebné nastaviť samotné rádio. V Configuration -> Radio Link si môžeme nastaviť funkciu Far End ID Check. Ta nám sleduje, či je protistrana naozaj správne rádio a ak dôjde k pripojeniu na cudzí spoj, ihneď reportuje poruchu. Dôležitá je však časť Carrier Termination Members. Transmitter nastavíme na On, čím zapneme vysielateľ. Frame ID si zvolíme podľa požadovanej šírky pásma. Min ACM nastavíme na HALF BPSK Strong a Max ACM na 128 QAM. TX frequency si nastavíme podľa požadovanej frekvencie, pričom RX frequency sa dopočíta podľa šírky kanálu samo. Output power level nastavíme na High a Output Power Mode na ATPC. Jednotka si sama reguluje vysielací výkon, takže keď sú podmienky horšie, sama ho môže zvýšiť až na hranicu. Oproti tomu, ak je počasie dobré, sama zníži svoj vysielací výkon. Dôležité je technikom zapnúť Alignment Mode na On. Tým sa dočasne deaktivuje ATPC a ACM, takže jednotka funguje na plný výkon. Pomôže to v teréne s ladením.

Podobne ako Ceragon, je potrebné mať u tejto jednotky inband management na vlastný VLAN. Pristúpime teda do menu Configuration -> Ports. Tu si hore zvolíme LAN: 1/2. Administrative Status In Service prepne na On, Capability na Layer 1 a všetko uložíme pomocou Save. Rovnaký postup vykonáme aj v prípade rádiovkej časti WAN: 1/5. Na záver tiež nastavíme v Configuration -> DCN položku NE IP Address, ktorá predstavuje IP adresu jednotky, Subnet mask, čo je maska a Default Gateway, čo je brána. DCN VLAN ID nastavíme na 101, ako bolo navrhnuté špecialistami firmy. VLAN PCP nastavíme na 6. Za záver do tejto VLAN pridáme LAN: 1/2 a WAN: 1/5, čím si prostredníctvom dátového toku previažeme dohľad/management jednotky.

Ericsson sa na mojej praxi objavil až ku koncu, takže nemám skúsenosti s reálnou stavbou spoja a ladením.

6 Teoretické a praktické znalosti a zručnosti získané v priebehu štúdia uplatnené v priebehu odbornej praxe

Štúdium pre mňa bolo základom ako praktickej, tak aj teoretickej časti praxe. Predmety ako počítačové siete, rádiové siete, úvod do komunikačných technológií, telekomunikačná technika a tiež praktikum komunikačných sietí sa veľkým dielom podieľali na mojom pracovnom výkone a nasadení na praxi. Dnes, s odstupom času, môžem zodpovedne vyhlásiť, že z každého predmetu som si niečo odniesol, avšak najdôležitejšie sú rozhodne tie predmety, ktoré sa zaoberali bezdrôtovými technológiami. Využil som znalosti o anténach, vyžarovacích diagramoch, výkonových úrovniach, rušení, frekvenčnom spektre, moduláciách aj šírke kanálov. Spomenúť s určitosťou musím aj základy sietí, vďaka ktorým bola orientácia v nastaveniach rádiových spojov a konfigurácii aktívnych prvkov oveľa jednoduchšia. Tak isto aj pochopenie princípu fungovania celej firemnej siete bolo vďaka týmto predmetom oveľa jednoduchšie. Ohromným prínosom boli tiež základy práce v Linuxe získané z praktika komunikačných sietí ktoré som využíval v podstate denno-denne. Nesmiem zabudnúť ani na technickú angličtinu, ktorú som využíval či už pri komunikácií s výrobcami zariadení a servisnými strediskami, tak pri štúdiu datasheetov a dokumentov k zariadeniam.

7 Znalosti a zručnosti chýbajúce v priebehu odbornej praxe

Aj napriek skutočnosti, že som v predchádzajúcich zamestnaniach prišiel do styku s bezdrôtovými technológiami a sieťovými prvkami a absolvoval som mnohé školenia od rôznych firiem aj mimo vyučovací proces, s mnohými technológiami na tak profesionálnej úrovni ako v spoločnosti ha-vel internet som sa stretol po prvý krát. Aj na mnohých predmetoch počas štúdia bola preberaná látka často-krát nahustená alebo sa obsah výuky venoval niektorým témam často len okrajovo. Veľké nedostatky som pociťoval v znalosti hardwarového vybavenia a práce s rôznymi typmi meracích prístrojov. Tak isto aj v legislatíve a pravidlách pri používaní rôznych vysielacích výkonov , frekvencií na území českej republiky a tak isto aj proces pridelenia licencií na licencované rádiové spoje. Taktiež veľmi ľutujem že som sa počas štúdia nezúčastňoval kurzov CISCO a určite nad nimi budem do budúcnosti rozmyšľať.

8 Dosiahnuté výsledky v priebehu odbornej praxe a jej celkové zhodnotenie

Počas odbornej praxe v spoločnosti ha-vel internet som sa po prvý krát stretol so skutočne kvalitnými bezdrôtovými spojmami. Získal som mnohé skúsenosti z odboru počítačových sietí a zlepšil som si prácu vo väčšom firemnom kolektíve. Tak ako som asi aj očakával, odhalil som mnohé medzery vo svojom vzdelaní, ktoré sa určite budem snažiť postupne odstrániť. Mnohé skúsenosti a poznatky som nezískal iba ja. Mojmím príspevkom zamestnávateľovi je mnoho fungujúcich spojov, desiatky úspešne zoservisovaných zariadení a dve dokumentácie k novým spojom, ktoré snád' spoločnosť využije a návratnosť jej investície, bude taká akú si vedenie spoločnosti predstavovalo. Ak by som dnes opäť stál pred rozhodnutím či si mám zvoliť prax znovu, neváhal by som a urobil by som to. Je to výborná alternatíva k teoretickej bakalárskej práci vďaka ktorej získate nielen kontakty, ale aj vedomosti a pracovné návyky, čo môže vyústiť až do ponuky dlhšej spolupráce. Práve praktické skúsenosti a zručnosti budú určite rozhodujúcim faktorom k úspešnému začleneniu sa na trhu práce a k nájdeniu si vysnívaného zamestnania Preto odporúčam túto formu bakalárskej práce ako výbornú alternatívu k tej teoretickej.

Použitá literatura

- [1] O nás. *Ha-vel internet* [online]. [cit. 2018-12-24]. Dostupné z: <https://www.ha-vel.eu/cs/node/16>
- [2] Racom RAY. *RACOM* [online]. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.racom.eu/eng/products/microwave-link.html>
- [3] Racom RAY2. *RACOM* [online]. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/index.html>
- [4] Ceragon IP-20C. *Socius technology* [online]. [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <https://www.sociustechology.com.au/IP-20C-F-23-H-H-ESX>
- [5] *FibeAir IP-20C* [online]. Marec 2014, , 19-100 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: http://www.air-broadband.com/fileadmin/user_upload/Deutsch/Datenbl%C3%A4tter/Ceragon/Ceragon_FibeAir_IP-20C_Technical_Description_C7.5_ETSI_Rev_A.06.pdf
- [6] *Mikrovlnné spoje s vysokou kapacitou umožní zavádění 5G* [online]. 2017, 11.1.2017, , 1-1 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/novinka/1469>
- [7] Ericsson FullAXS Power, 10M (2.5mm²) pro MINI-LINK 6352. *Discomp s.r.o* [online]. 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://www.discomp.cz/ericsson-fullaxs-power-10m-2-5mm2-pro-mini-link-6352_d85170.html?action=setlng&lngid=1

Zoznam obrázkov

Obrázok 1.1:	<i>Dátová sieť spoločnosti</i>	9
Obrázok 1.2:	<i>Logo spoločnosti</i>	10
Obrázok 2.1:	<i>Umiestnenie antény</i>	12
Obrázok 2.2:	<i>Spoj Racom RAY namontovaný na anténe</i>	13
Obrázok 2.3:	<i>Anténa LEAX Arkivator 60 cm</i>	14
Obrázok 2.4:	<i>Káblová trasa do racku klienta</i>	14
Obrázok 2.5:	<i>Káblová trasa na streche budovy v drôtených žľaboch</i>	15
Obrázok 3.1:	<i>Konektory spoja Racom RAY</i>	17
Obrázok 3.2:	<i>Konektory spoja Racom RAY2</i>	18
Obrázok 3.3:	<i>Schematické zapojenie spojov pri prvotnej konfigurácii</i>	20
Obrázok 3.4:	<i>Prihlasovacie okno do jednotiek RAY2</i>	20
Obrázok 3.5:	<i>Menu nastavenia rádiových parametrov jednotky</i>	21
Obrázok 3.6:	<i>Menu aktualizácie firmware na jednotke RAY2</i>	24
Obrázok 4.1:	<i>Porty spoja Ceragon IP-20C</i>	25
Obrázok 4.2:	<i>Porovnanie frekvenčnej masky</i>	28
Obrázok 4.3:	<i>Montáž spoja Ceragon IP-20C na anténu</i>	30
Obrázok 5.1:	<i>Ericsson MINI-LINK 6352 špecifikácia</i>	31
Obrázok 5.2:	<i>Proprietárny konektor pre Ericsson Mini-Link 6352</i>	32

Zoznam tabuliek

Tabuľka 3.1:	<i>Popis portov jednotky RAY2</i> [3].....	18
Tabuľka 3.2:	<i>Popis signalizácie stavov LED</i> [3]	19